取扱説明書

KIKUSUI　OP-51G
CATHODE RAY OSCILLOSCOPE

KIKUSUI DENPA CO., LTD.

オ1版

― 保証 ―

この製品は、菊水電子工業株式会社の厳密な試験・検査を経て、その性能が規格を満足していることが確認され、お届けされております。

弊社製品は、お買上げ日より１年間に発生した故障については、無償で修理いたします。但し、次の場合には有償で修理させていただきます。

1. 取扱説明書に対して誤ったご使用および使用上の不注意による故障・損傷。
2. 不適当な改造・調整・修理による故障および損傷。
3. 天災・火災・その他外部要因による故障および損傷。

なお、この保証は日本国内に限り有効です。

― お願い ―

修理・点検・調整を依頼される前に、取扱説明書をもう一度お読みになった上で再度点検していただき、なお不明な点や異常がありましたら、お買上げもとまたは当社営業所にお問い合せください。

2

キクスイOP-51G型オシロスコープ仕様

項目	内容
電源	100V, 50/60cps, 約 78VA
寸度	( )内は最大部寸度 230 (234) W × 350 (362) H × 395 (420) D mm³
重量	約 12kg
付属品	試験成績表 1
	取扱説明書 1
	目盛板および緑色板 1組
	G-6B型低容量プローブ 1
	端子アダプター 1
ブラウン管	5UP1
加速電圧	約1450V
真空管	6C4 2
	6U8 1
	12BH7 1
	6DT6 1
	12AU7 3
	6CA4 1
	1X2 1

垂直軸

項目	内容
偏向感度	増幅端子……レンジ×1, 1kC において 35mV p-p/cm p-p 以上
	低容量プローブ G-6B 使用……増幅端子の1/10
周波数特性	1kC を基準として……3cps〜4MC間 +2, −3dB 以内
分圧回路	周波数特性を補償した……1/10 および 1/100
	分圧比確度……±0.5dB 以内
利得調整器周波数特性	4MC において 利得最大に対し……−2dB 以内
最大入力電圧	レンジ×1において……直流分±350V 交流分* 11V p-p 以下
	×1/10において……直流分±350V 交流分* 110V p-p 以下
	×1/100において……直流分±350V 交流分*1000V p-p 以下
	G-6B 使用……直流分±250V 交流分**700V p-p 以下
入力インピーダンス	増幅端子全レンジ共……3MΩ, 19±3pF
	G-6B 使用……10MΩ, 8pF 以下
輝点移動方向	……正方向信号に対し上方に移動
較正電圧	1V p-p および 0.2V p-p を垂直減衰(分圧)器切換スイッチで選択可能
	確度……電源電圧が 100V のとき……±10% 以内

水平軸

項目	内容
偏向感度	増幅端子……0.65V p-p/cm p-p 以上
周波数特性	1kC を基準として……1cps〜350kC間 +1, −3dB 以内
利得調整器周波数特性	……350KC において 利得最大に対し −3dB 以内
最大入力電圧	……直流分±350V, 交流分* 40V p-p 以下
入力インピーダンス	……3.3MΩ 24±3PF
輝点移動方向	増幅端子……正方向信号に対し 左方に移動
	時間軸……左より右に時間が移行する
時間軸発振器自走周波数	5レンジ…… 10〜100cps, 100cps〜1kC, 1〜10kC, 10〜100kC, 100〜500kC を連続可変
同期入力	……内部(正), 内部(負), 外部および電源
輝度変調	……可能

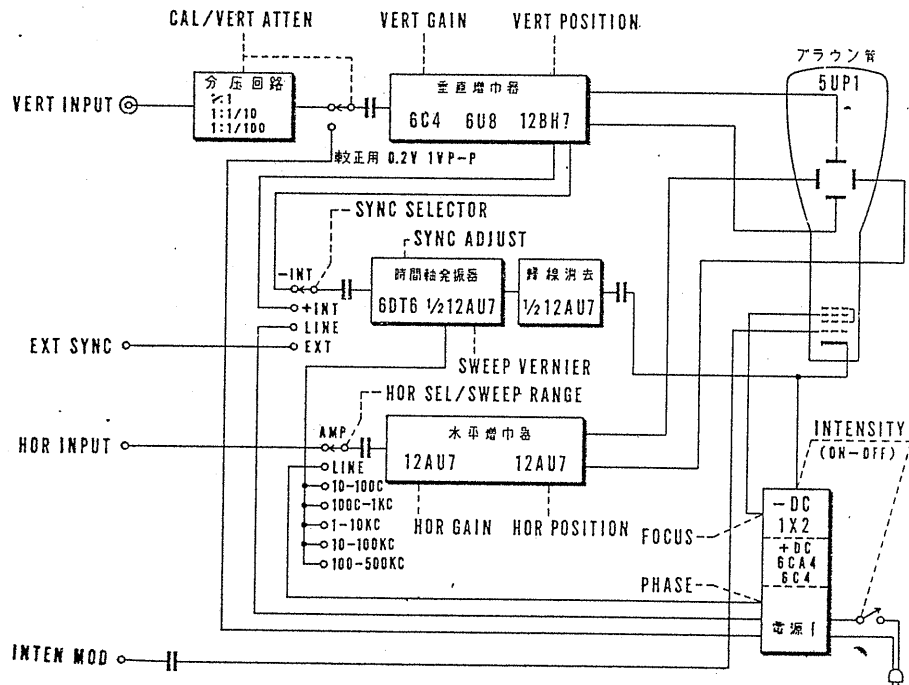
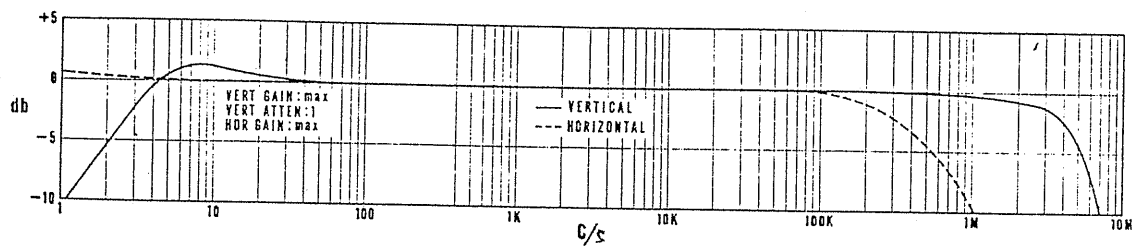
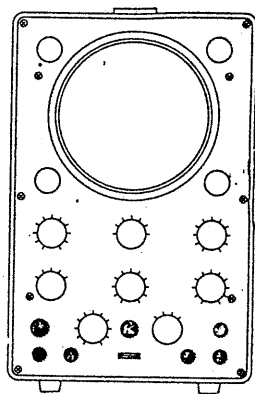
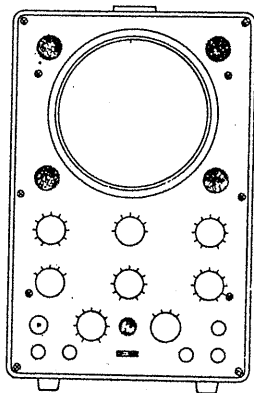
*正波高値と負波高値が等しい場合

**×1のレンジ使用のときは 110V p-p 以下

概　　　　説

キクスイ OP−51G型 オシロスコープは広帯域の垂直軸増幅器をもち、時間軸発振器は信号にたやすく同期する電子管式で、その掃引周波数は 500kC までのび、帰線消去回路と共に数 100kCの高周波等に対しても良好な波形観測を可能にし、また低容量プローブが簡単に取付けられるため、高インピーダンス回路の探索にも適している。螢光面に設けられた緑色の目盛板は観測に便利であり、2種類の較正電圧が垂直軸感度切換スイッチで選択できるので、観測波形の波高値間電圧を容易に知ることができる。回路の主要部は二枚のプリント板に取付けられており、製品は性能の均一性と安定度にすぐれ、また軽量で携帯にも便利である。

下図は本機のブロックダイアグラムで、垂直・水平増幅器とも最終段はブラウン管直結のプッシュプル回路を採用し波形歪の発生は非常に少く、また輝点の移動も時間おくれなく迅速に行えるようになつている。各増幅器の利得調整はカソードホロワーの出力回路で行い、特に垂直軸は入力分圧回路の周波数特性補償および増幅器各段の直列、並列のピーキング等により非常に高い周波数まで一定な周波数レスポンスを得ている。

ブロックダイアグラム

垂直水平増幅器周波数特性

パネル面の説明

ブラウン管の輝点

INTEN (OFF)　電源スイッチを兼用した輝度調整ツマミで、OFF の位置から時計方向に廻すと、電源が入つてパイロットランプが点灯し約 30 秒後に動作状態になる。

輝度は時計廻りで増加するが、必要以上に明るくすると、ハレーションを生じ、輝点が太くなり、またブラウン管の寿命を縮める。

FOCUS　電子ビームを集束し鮮鋭な輝点とするツマミで、中央附近で最小の輝点となる。

VERT POSITION
HOR POSITION　輝点の静止位置を垂直（VERT）および水平（HOR）方向に移動させるツマミで、時計廻りでそれぞれ上方および右方に移動する。ただしVERT POSITIONによる輝点の移動は、波形歪の発生とV_3の寿命短縮を避けるため、中心より ±30 mm 以上は好ましくない。

入力端子

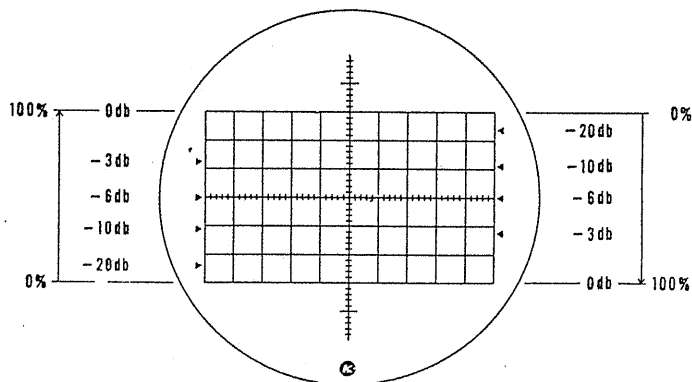
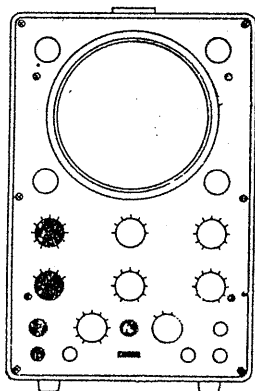
VERT INPUT　垂直増幅器の入力端子で、普通のリード線を使うときは、パネル面のコネクターに端子アダプターを取付け、この端子と下の GND 端子間に信号を加える。低容量プローブ G-6B を使用するときは、G-6B のコネクターを VERT INPUT に接続すれば、プローブの GNDクリップは電気的に OP-51G のシャッシと接続されるから、パネル面のGND端子を使用する必要はない。

HOR INPUT　水平軸増幅器の入力端子である。

INTEN MOD　輝度変調信号の入力端子で、正方向の信号で輝度が増す。

EXT SYNC　外部同期信号の入力端子である。

目盛板

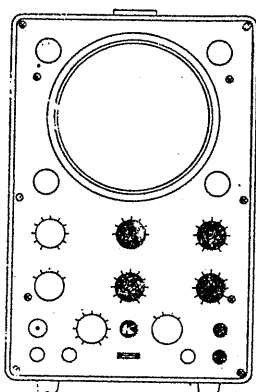
目盛は10mm目の方眼と、中心線上の2mm 目の補助目盛であり、輝点の振幅測定に利用する。
また左右両端の黒の3角はdB目盛で、図のように－3dB、－6dB、－10dB、－20dBを表している。

垂　　直　　軸

VERT GAIN　垂直軸増幅器の利得調整器で、0から最大まで連続変化させることができる。

このツマミを最初の1目盛まで、絞らなければならないような大きな入力電圧では、V_{1A} が飽和して歪を発生するおそれがあるから、つぎのVERT ATTENにより入力電圧を減衰させなければならない。

CAL/VERT ATTEN　垂直軸増幅器の入力切換用ツマミで、

1VP-P
0.2V P-P　これらの位置では較正用の電源周波数の信号が増幅器に加えられる。数字は較正用電圧の波高値間電圧である

1/100
1/10
1　これらの位置では、VERT INPUT 端子に加えた入力信号が増幅器に接続され数字は分圧比を表している。

水　　平　　軸

HOR GAIN　水平軸増幅器の利得調整器で、0から最大まで連続変化させることができる。

このツマミを最初の2目盛以下まで絞らなければならないような大きな入力電圧 (40V p-p) 以上では V_{6A} が飽和して歪を発生するおそれがある

HOR SEL / SWEEP RANGE

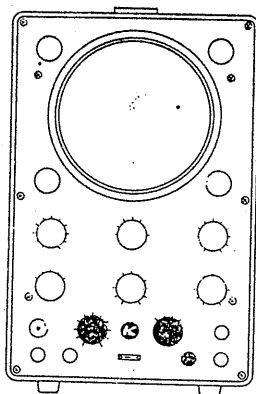
水平軸増幅器の切換および時間軸発振器の発振（掃引）周波数帯の切換ツマミで、AMP, LINE SWEEPの位置では時間軸発振器は動作しない。

AMP　この位置では HOR INUPT の端子に加えられた信号が水平軸増幅器入力となる。

LINE SWEEP　本機の電源の一部が水平軸入力となり、電源周波数の正弦波でスイープが行われる。この電圧の位相は後記のように PHASE のツマミで変化できる。

10～100
⋮
100K～500K　これ等の位置ではツマミの指示する周波数範囲をSWEEP VERNIERのツマミで可変でき各レンジの発振周波数はオーバーラップさせてある。

SWEEP VERNIER　時間軸の発振周波数を微調整するツマミで、SWEEP RANGE のしめす周波数範囲を連続変化することができ、右へ廻すと周波数が高くなる。

PHASE　このツマミで LINE SWEEP の電源の位相を 0° から約 135° 移相させることができる。

時　間　軸　の　同　期

SYNC ADJUST　時間軸発振器の同期信号の振幅調整ツマミで、発振器に加えられる同期信号が大き過ぎると、発振器の出力波形が著しく変形することがあるため、安定に同期のかゝる範囲で最小にして使用することが望ましい。＋および－ INT 同期のときは、最初の1目盛程度で充分な場合が多い。

SYNC SELECTOR　時間軸発振器の同期入力の切換ツマミで次の4位置があり、

－ INT　観測波形の負の部分で
＋ INT　観測波形の正の部分で
LINE　電源周波数で
EXT　EXT SYNC の端子に加えられた外部信号で、

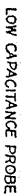
各々同期をとるようになつている。

OP-51G　回路図

1. 抵　抗
記入のないのは………±５%
Gは………±２%
単位は………　Ω
＊Ｒ7，Ｒ40　は工場にて調整

2. 容　量
▲印は………±10%
単位で記入のないのは　μF
例　0.1＝0.1μF

3. 可変抵抗およびスイッチの回転矢印は　時計方向を示す

4. 直流電圧値は下記の状態でキクスイ PV－107 バルボル（G－1 および HV－2 高圧プローブ併用）にて測定

電源　100V　50cps
入力信号　0
INTNSITY, FOCUS　ツマミ半回転の位置
VERT POSITIN, HOR POSITION　輝点を目盛板中央におく
VERT GAIN, HOR GAIN, SWEEP VERNIER, SYNC ADJUS T, PHASE　反時計方向に廻し切つた位置
CAL/VERT ATTEN　1/100
HOR SEL/SWEEP RANGE　1K～10K
SYNC SELECTOR　＋INT

5. ※※
C_1, C_3およびG-6B補償容量の調整用鋸歯状波取出点

波　形　観　測

本機で観測できる波形は、正弦波の電圧では

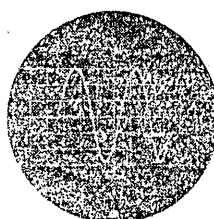
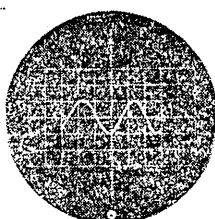
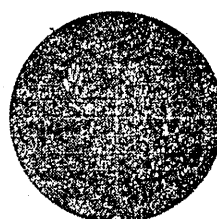
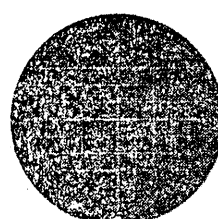
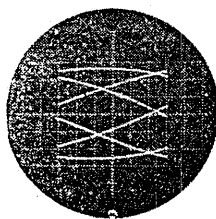
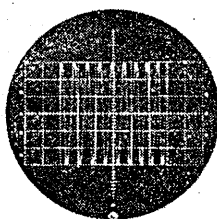
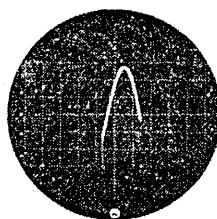
周波数　約　10cps〜4MC

電　圧　約　10mV〜350V RMS

であつて、パルス波・方形波・3角波等の高調波を含む波形の場合は、上記の周波数範囲より狭くなる。

また著しく正負の振幅に差のある信号の場合は、上記の電圧より小さい信号しか取扱うことができない。

ツマミの調整　波形観測の方法を順序を追つて説明すると、

1. VERT INPUT 端子に観測電圧を加える。↗
2. CAL/VERT ATTEN および VERT GAIN ツマミを調整して垂直方向の振幅を適当に調整する。
3. SYNC SELECTOR ツマミは観測する波形により −INTまたは +INT を選定するが、観測波形と周波数が同一で振幅一定の電源があれば、それを EXT SYNC 端子に接続し、このツマミを EXT にした方がよい。また電源周波数の波形を観測するときは LINE にする。
4. SYNC ADJ ツマミは0から1目盛程度とし、
5. HOR SEL/SWEEP RANGE およびSWEEP VERNIERツマミを調整して、波形がほぼ静止するようにし、
6. SYNC ADJ により確実に静止させる。

A　B　C　D　E

F　g　H

以上をオシログラム**A〜H**で説明すると、

A　正常な場合を示す。

B, C　垂直の振幅が過小および過大の場合で、CAL/VERT ATTEN およびVERT GAIN ツマミで適当な振↗

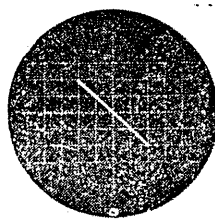
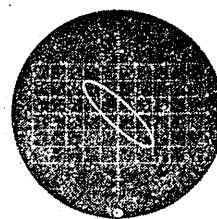
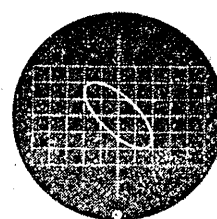
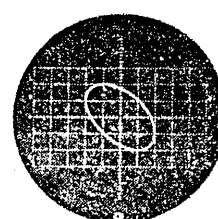
↙幅に調整する。

D, E　観測波形の細部を見るときは、**D** の垂直および水平振幅を広げ、**E** のようにすることができる。

F, G　時間軸発振器の周波数が高過ぎる場合と低過ぎる場合で、HOR SEL / SWEEP RANGE および SWEEP VERNIER を調整する必要がある。

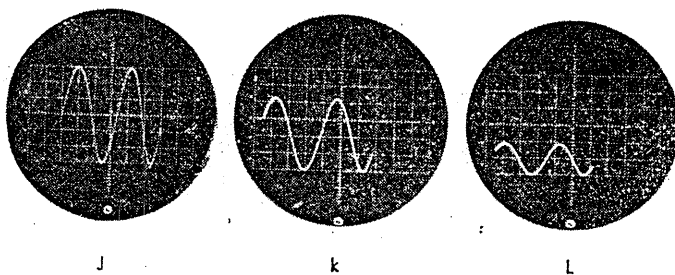
H　同期信号が大き過ぎると、このように水平振幅が減り、不連続点を生じる。SYNC ADJUST を左回転して同期を弱めなければならない。

周波数比 1:1

のリサージュ図形

0°
360°

30°
330°

45°
315°

60°
300°

P-P 電圧の測定　輝点の振幅は入力電圧に比例するから、本機内部の較正用電圧を利用して、観測電圧の波高値間電圧（peak to peak voltage, V p-p）を測定することができる。

例えば、CAL/VERT ATTEN を 1V p-p の位置にし、VERT GAIN を適当に調整して写真 **J** を得たとする。このときの振幅は4cm p-p であるから、垂直増幅器の感度は 0.25V p-p/1cm p-p になつている。そこで VERT GAIN ツマミをそのまゝにしておき、CAL/VERT ATTENツマミを適当な位置とし、観測波形を比較しやすい振幅にする。写真 **K** がそれで、CAL/VERT ATTEN が 1 であつたとすれば、観測波形の振幅が 2.8cmなので、0.25×2.8＝0.7V p-p であることが分る。なお、CAL/VERT ATTENを1/100にして写真**K**を得たとすれば、観測電圧は 0.7×100＝70V P-Pである。

J　　k　　L

デシベル目盛の利用　目盛板の左右にある3角印は、「パネル面の説明」のように目盛られているから、電圧比をデシベルで読みとることができる。

例えば、写真 **J** を0 dB とすれば、**K**は－3dB、**L**は－10dB である。また**L**を 0 dBとすれば、**J**は＋10dB、**K** は＋7dBとなる。なお、CAL/VERT ATTENを1/10にして **J** を得これを 0 dBとし、ATTENを 1 にして**K**が得られたとすれば、10倍の電圧比は＋20dB であるからこの電圧は **J**に対して＋20－3＝＋17dBである。1Vおよび 0.2V p-p を 0 dB とすることも CAL/VERT ATTEN により容易にできる。

デシベル目盛を使用するときは、VERT および HOR POSITION を利用し、波形を読みやすい位置に移動させる。

リサジュー図形

ブラウン管の垂直および水平軸偏向板にそれぞれ信号を加えると、螢光面に両者の関係を表すリサジュー図形を得る。これにより、2 信号間の位相差および周波数比を測定することができる。

またINTEN MOD端子に才 3 の信号を加えれば、3 波形間の相互関係を知ることができる。

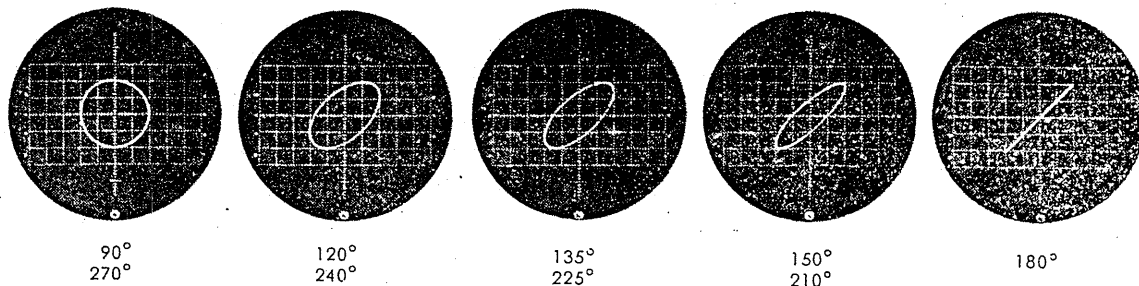
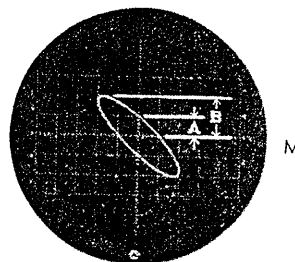
リサジュー図形を得るには、HOR SEL/SWEEP RANGE を AMP とし、2 信号をそれぞれ VERT INPUT および HOR INPUT 端子に入れゝばよい。

位相差の測定　同一周波数の 2 信号間の位相差を測定するときは、螢光面に現れる垂直および水平方向の振幅を同一にし、写真 **M** の A および B を測定し、

$$\sin\theta = \frac{A}{B}$$

より θ を計算すればよい。θ は垂直に対し水平が進みまたは遅れている角度を表している。下図のオシログラムはこれを表したもの。

M

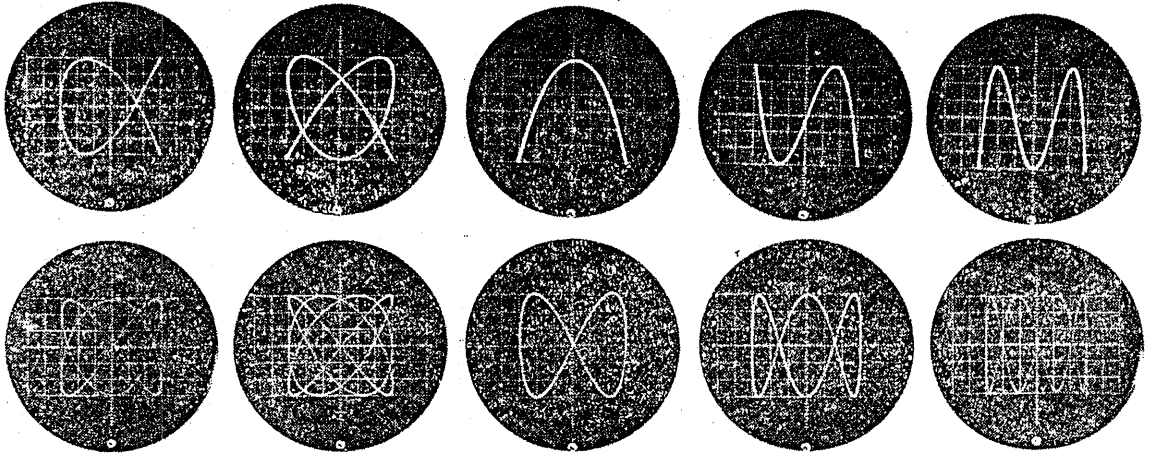
90°　270°　　120°　240°　　135°　225°　　150°　210°　　180°

周波数の測定　周波数の異る２信号間のリサジュー図形は、両周波数の比が整数比のとき静止し、下のオシログラムのような図形が得られる。図形より

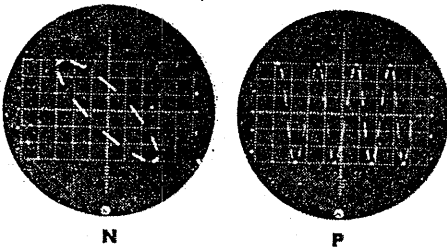
垂直の接線に接しているループの数：Nv

水平　　〃　　〃　：Nh

を求めれば、垂直および水平入力周波数 f_v, f_h は

$$\frac{f_v}{f_h}=\frac{N_h}{N_v} \qquad \therefore f_v=f_h\frac{N_h}{N_v}$$

で計算される。Nv, Nhは両信号の位相関係によつて、下のオシログラムのように重り、数の誤りやすい場合があるから注意が必要である。

$\frac{f_v}{f_h}=\frac{3}{2}$　　$\frac{f_v}{f_h}=\frac{4}{3}$　　$\frac{f_v}{f_h}=\frac{2}{1}$　　$\frac{f_v}{f_h}=\frac{3}{1}$　　$\frac{f_v}{f_h}=\frac{4}{1}$

N　　P

また INTEN MOD の端子に才3の信号を入れ、輝度変調をかけた例を写真 **N, P** に示す。**N**は垂直軸と水平軸の信号の周波数か同じで位相差が 30° の場合、さらに INTEN MOD の端子に10倍の周波数の信号を加えたときの図形である。

この状態で水平軸を時間軸に切かえると**P**のようになる

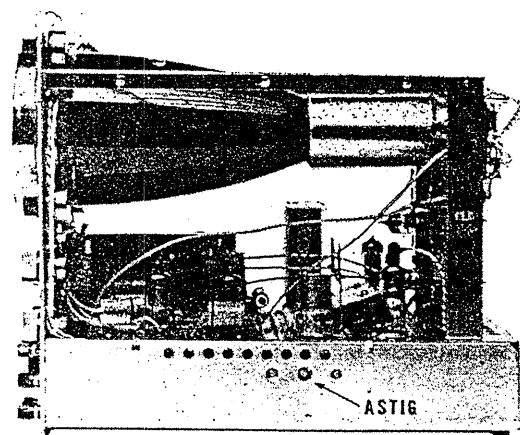
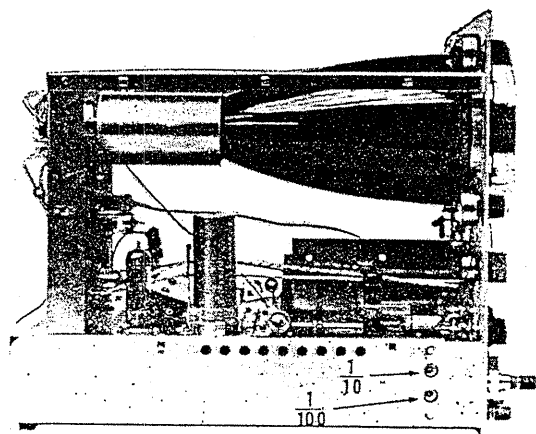
写真**N**で才3の信号の周波数が10倍より僅かずれると図形は回転を始め、この方向は垂直が水平よりも進んでいるときは左廻りであり、位相の進み遅れの判定ができる。

保　　　守

本機の使用および保存は、一般の測定機器と同様、激しい振動や衝撃、40°C以上の高温度 0°C以下の低温度、また水滴や高湿度あるいは直射日光、ジン埃の多い場所などを避け、電源電圧は規定値の±5%以内にたもつことが好ましい。

本機の輸送は、当社の出荷時に用いた包装を利用されるとよい、ブラウン管と真空管は取外した方がよい。プリント板上の真空管の取外しまたは挿入は、プリント板を破損せぬよう注意しなければならない。

内部の点検　　シャシをケースから出すには、パネルおよび底面後方のビス合計9本を外し、パネルをやゝ上に持上げながら引出す。もちろん電源からプラグを外して行う。

内部の点検は、最高1500Vの高圧を取扱つており、それらが露出しているので、電撃による事故の無いよう、細心の注意が必要である。

V_{2B}のグリッドバイアス　　垂直軸アンプのV_2を交換したときは、ブラウン管高圧回路の半固定抵抗R_{82}を調整して、V_{2B}のオーグリッドのバイアス電圧を最適値にする必要がある。実際の方法としては、垂直軸を無信号の状態（VERT GAINをゼロの位置にする）におき、V_{2B}のプレート負荷抵抗R_{19}の両端の直流電圧を約18VになるようにR_{82}を調整する。

ASTIGMATISM　　ケース右側面の可変抵抗(R_{84})は、ブラウン管の非点収差を最小にするためのもので、垂直を較正電圧、水平をLINE SWEEPで振らせ、PHASEのツマミを調整して9頁左下の写真のような円を螢光面に画かせ円周の太さが一様になるように調整する。

C_1,C_3の調整　　垂直分圧回路の周波数特性補償用可変コンデンサーは、高品位の方形波を入れ、水平部分が一直線の水平となるようにケース左側面のゴム蓋を外して調整する。あるいは下図のように、時間軸発振器の出力（約1kCとし取り出す位置は回路図参照）をVERT INPUTの端子に入れ、左下から右上に走る螢光面上の輝線が一直線となるように調整してもよい。

時間軸発振周波数　　V_4またはV_5の交換により、時間軸発振周波数が全体的に低くまたは高く移動したときはR_{40}の値を調整する。プリント板裏面よりR_{40}に並列に高抵抗を接続すれば、周波数を僅かに増加することができる。

低容量プローブ　　このプローブを使用するときは必ず周波数特性補償用のトリマーコンデンサーの調整をチエックする必要があり、調整法はC_1,C_3の調整と同様である。